

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-039214

(43)Date of publication of application : 13.02.1998

(51)Int.Cl. G02B 15/163
G02B 13/18

(21)Application number : 08-192428

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 22.07.1996

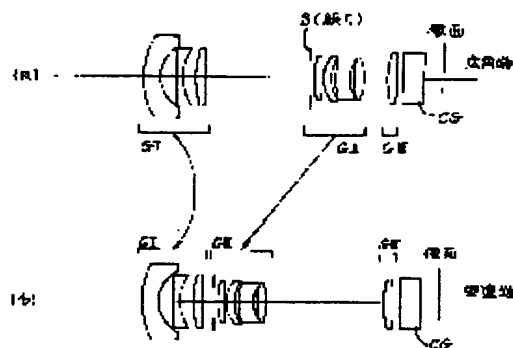
(72)Inventor : KOIZUMI HIROSHI

(54) SMALL-SIZED ZOOM LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a small-sized bright zoom lens whose angle of view is wide, whose performance is excellent, also whose variable power ratio is high and which is adaptable to a photographic lens for a video camera etc., by correcting the fluctuation of the focal position of a 1st group at zooming, varying the power of a 2nd group at zooming and satisfying a specified condition.

SOLUTION: The 1st group GI is provided with negative refractive power, and the 2nd group GII and the 3rd group GIII are respectively provided with positive refractive power. At zooming, by moving the 1st group GI to an image side first of all, then, reversing the 1st group GI to an object side in the process of moving, the group GI is moved to the image side in a convex arc as the convex face is, then, the fluctuation of the focal position is corrected. The 2nd group GII is monotonously moved to the object side so as to vary the power. Provided that f_1 to f_3 denote the focal length of the 1st group GI (1 to 3), f_T denotes the composite focal length of the whole system at a telephoto end and $m(2T)$ denotes the image forming magnification of the 2nd group GII at the telephoto end, the following conditions are satisfied; (1) $0.74 < |f_1| < 0.9$, (2) $0.46 < f_2/f_3 < 0.62$ ($f_2 > 0$, $f_3 > 0$) (3) $1.6 < |m(2T)| < 1.9$ ($m(2T) < 0$).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-39214

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月13日

(51) Int.Cl.⁸G 0 2 B 15/163
13/18

識別記号

序内整理番号

F I

G 0 2 B 15/163
13/18

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-192428

(22) 出願日 平成8年(1996) 7月22日

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 小泉 博

東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式
会社リコー内

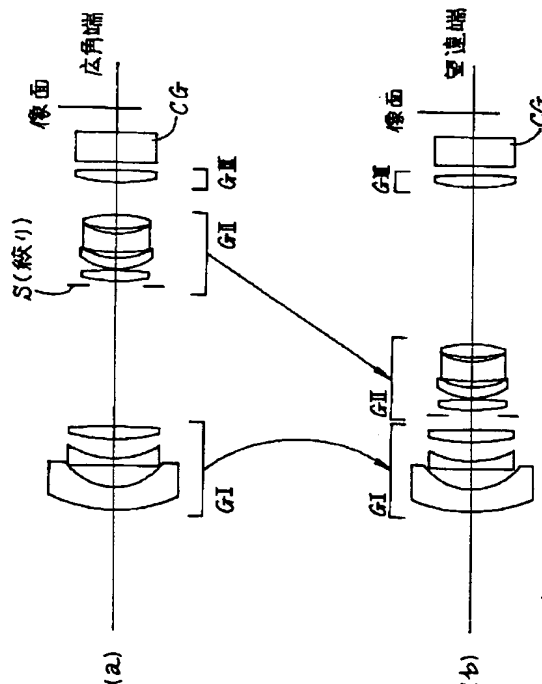
(74) 代理人 弁理士 樺山 亨 (外1名)

(54) 【発明の名称】 小型ズームレンズ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 射出瞳位置を像面から十分に離すことができ、広画角で明るく、性能良好であり、なおかつ大きい変倍比の可能な小型ズームレンズを提供する。

【解決手段】 物体側から像側へ向かって順次、第1～第3群を配して成り、第1群G Iは負の屈折力を有し、第2群G IIは正の屈折力を有し、第3群G IIIは正の屈折力を有し、第2群G IIの物体側に、ズーミング時に第2群と一体に移動する開口絞りSを有し、第3群G IIIはズーミングに関して固定群であり、広角端から望遠端へのズーミングに際し、第1群は、光軸上を先ず像側へ移動し、途中で移動方向を物体側へ反転することにより、像側に凸の凸弧状に移動して焦点位置の変動を補正し、第2群は光軸上を物体側へ単調に移動して変倍を行なう。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】物体側から像側へ向かって順次、第 1 ～ 第 3 群を配して成り、

第 1 群は、負の屈折力を有し、

第 2 群は、正の屈折力を有し、

第 3 群は、正の屈折力を有し、

上記第 2 群の物体側に、ズーミング時に第 2 群と一体に移動する開口絞りを有し、上記第 3 群はズーミングに関して固定群であり、

広角端から望遠端へのズーミングに際し、第 1 群は、光軸上を先ず像側へ移動し、途中で移動方向を物体側へ反転することにより、像側に凸の凸弧状に移動して焦点位置の変動を補正し、第 2 群は光軸上を物体側へ単調に移動して変倍を行ない、

第 I 群 ($I = 1 \sim 3$) の焦点距離を f_I 、望遠端における全系の合成焦点距離を f_T 、望遠端における第 2 群の結像倍率を $m(2T)$ とするとき、これらが条件：

(1) $0.74 < |f_1| / f_T < 0.9$

(2) $0.46 < f_2 / f_3 < 0.62$ ($f_2 > 0$, $f_3 > 0$)

(3) $1.6 < |m(2T)| < 1.9$

を満足することを特徴とする小型ズームレンズ。

【請求項 2】請求項 1 記載の小型ズームレンズにおいて、

第 1 群が、物体側から像側へ向かって順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、像面に強い屈折面を向けた負レンズ、両凸レンズを配してなり、

第 2 群が、物体側から像側へ向かって順に、両凸レンズ、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、両凸レンズを配して成ることを特徴とする小型ズームレンズ。

【請求項 3】請求項 2 記載の小型ズームレンズにおいて、

第 1 群の、正レンズである両凸レンズの物体側のレンズ面が、光軸を離れるに従い正の屈折力が強くなる形状をした非球面であることを特徴とする小型ズームレンズ。

【請求項 4】請求項 2 または 3 記載の小型ズームレンズにおいて、

第 2 群における物体側の両凸レンズの物体側の面が、光軸を離れるに従い正の屈折力が弱くなる形状をした非球面であることを特徴とする小型ズームレンズ。

【請求項 5】請求項 2 または 3 または 4 記載の小型ズームレンズにおいて、

第 3 群が、屈折力の強い面を物体側にした両凸レンズであることを特徴とする小型ズームレンズ。

【請求項 6】請求項 2 または 3 または 4 または 5 記載の小型ズームレンズにおいて、

第 1 群の、物体側から 2 枚目の、像面に強い屈折面を向けた負レンズが、負メニスカスレンズもしくは両凹レンズであることを特徴とする小型ズームレンズ。

2

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は小型ズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】CCD等の固体撮像素子を用いる従来からのビデオカメラに加え、近來、デジタルスチルカメラが普及してきている。これらビデオカメラやデジタルスチルカメラに用いる固体撮像素子は、フルカラーの画像を取り込めるように、同一の受光面内に色分解用のカラーフィルタが配備されているものが多い。

【0003】このようなカラー画像用の固体撮像素子では CCD に代表されるように、受光面とカラーフィルタとの間に隙間があるので、結像光束が斜めから入射すると、受光面に達する光がフィルタにケラれて実質的な開口効率が低下したり、フィルタ画素と受光素子との対応関係がずれて「色ずれ」の原因になったりする。

【0004】このため、このようなカラー画像用の固体撮像素子に結像を行なうレンズ系では、射出瞳位置を像面から十分に離すことによりテレセントリック性を高める必要がある。

【0005】従来から広く知られた 2 群ズームレンズは、負の屈折力を有する第 1 群を物体側に、正の屈折力を持つ第 2 群を像側に配して構成されるが、これらの多くは射出瞳位置が像面に近く、カラー画像用の固体撮像素子に撮影対象を結像させるレンズとしては好ましくない。

【0006】上記 2 群ズームレンズの像側に正の屈折力を持つ第 3 群を配することにより射出瞳位置を像面から離すことが考えられる。このような 3 群ズームレンズは、1 眼レフスチルカメラ用には知られているが（特開昭 62-87925 号公報等）、これらは一般に、第 3 群の屈折力が極めて弱く、ために射出瞳位置を像面から大きく離すことはできない。

【0007】また、3 群ズームレンズで、射出瞳位置を像面から大きく離すようにしたものとして、特開平 6-94996 号公報開示ものが知られているが、このレンズでは、射出瞳位置を像面から遠ざけるために絞りを、第 1、第 2 群間に固定したため、第 1、第 2 群の移動が絞りによる制約を受け、変倍比が 2 倍弱程度に留まっている。勿論、ズームレンズは小型であることが望ましい。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】この発明は上述した事情に鑑み、射出瞳位置を像面から十分に離すことができ、広画角で明るく、小型化が可能で性能良好であり、なおかつ大きい変倍比が可能で、デジタルスチルカメラやビデオカメラの撮影用レンズに適した小型ズームレンズの実現を課題とする。

【0009】

50

【課題を解決するための手段】この発明の小型ズームレンズは、図1に示すように、物体側（図の左方）から像側へ向かって順次、第1～第3群を配して成る。第1群G Iは「負の屈折力」を有し、第2群G IIは「正の屈折力」を有し、第3群G IIIは「正の屈折力」を有する。第2群G IIの物体側に設けられた開口絞りSは、ズーム時に第2群G IIと一体に移動する。また、第3群G IIIは「ズームに関して固定群」である。

【0010】広角端（図1（a））から望遠端（図1（b））へのズームに際し、第1群G Iは、光軸上を先ず像側へ移動し、途中で移動方向を物体側へ反転することにより「像側に凸の凸弧状に移動」して焦点位置の変動を補正し、第2群G IIは、光軸上を「物体側へ単調に移動」して変倍を行なう。

【0011】開口絞りSはズームに際して、第2群G IIと一体に移動するので、開口絞りにより第2群G IIの移動が妨げられることがない。

【0012】第I群（ $I=1\sim 3$ ）の焦点距離を f_I 、望遠端における全系の合成焦点距離を f_T 、望遠端における第2群の結像倍率を $m(2T)$ とすると、これらは条件：

- (1) $0.74 < |f_1|/f_T < 0.9$
 - (2) $0.46 < f_2/f_3 < 0.62$ ($f_2 > 0, f_3 > 0$)
 - (3) $1.6 < |m(2T)| < 1.9$ ($m(2T) < 0$)
- を満足する。

【0013】上記「望遠端における第2群の結像倍率： $m(2T)$ 」は、望遠端における群配置で、第1群の像点を物点とする第2群の結像倍率を言う。なお、図1において、符号CGは、第3群G IIIと像面との間に位置する固体撮像素子のカバーガラスを示し、像面の位置には固体撮像素子の受光面が位置する。

【0014】上記条件（1）は、全系を小型化し、収差を良好に補正するため、第1群の焦点距離： f_1 の範囲を規制する条件であり、下限を越えると、第1群の負の屈折力が強く成りすぎ、レンズ全系の小型化には有利であるが、球面収差を始めとする諸収差が悪化するため好ましくない。また条件（1）の上限を越えると、収差は良好になるが、レンズ全系を小型化することが困難になる。

【0015】条件（2）は、共に正の屈折力を持つ第2、第3群の屈折力の配分を規制する条件であり、第2、第3群の構成枚数を少なく保って小型化を容易にし、なおかつ収差を良好に補正するための条件である。条件（2）の下限を越えると、第3群の屈折力が不十分で、射出瞳位置が像面に近づき、テレセントリック性が失われる。また、第2群の屈折力負担が過大となり、球面収差が悪化し、像の平坦性も悪くなる。条件（2）の上限を越えると、第3群の屈折力負担が大きく、第2群の屈折力負担が緩和され、収差が良好となり、像の平坦

性も良好になるが、負の第1群、正の第2群双方の屈折力が弱くなる傾向とも合致し、レンズ全系の小型化が困難になる。

【0016】条件（3）は、レンズ全長に関する条件であり、上限を越えると望遠端において全長が長くなりすぎて小型化に不利であるし、下限を越えると、望遠端では全長が短くなるが、これに伴い、望遠端で所定の全系焦点距離を確保するために第1群の屈折力が弱くなり、第1群の移動量が増大してしまう。

【0017】上記請求項1記載の小型ズームレンズにおいて、第1群G Iは、物体側から像側へ向かって順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、像面に強い屈折面を向けた負レンズ、両凸レンズを配して構成し、第2群G IIは、物体側から像側へ向かって順に、両凸レンズ、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、両凸レンズを配して構成することができる（請求項2）。

【0018】このように、第1群G Iにおいて、負レンズを物体側に配することにより、小型ズームレンズのレンズ外径を小さくすることが可能となる。また、第2群G IIで発生する球面収差、コマ収差、非点収差を補正するため、第2群G IIにおける物体側の2枚の正レンズ（両凸レンズと正メニスカスレンズ）とにより球面収差の発生を極力抑えて正の屈折力を得、続いて、負メニスカスレンズにより補正過剰とし、続く両凸レンズで各収差の面角差を平均化するのである。

【0019】上記請求項2記載の小型ズームレンズにおいて、第1群の正レンズである両凸レンズの物体側のレンズ面を「光軸を離れるに従い正の屈折力が強くなる形状をした非球面」とすることができる（請求項3）。このような非球面の採用により、特に短焦点側で増大する負の歪曲収差の補正が容易になる。

【0020】また、請求項2または3記載の小型ズームレンズにおいて、第2群の物体側の両凸レンズの物体側の面を「光軸を離れるに従い正の屈折力が弱くなる形状をした非球面」とすることができる（請求項4）。このような非球面の採用により、補正不足となりがちな球面収差を良好に補正することが可能となる。

【0021】さらに、上記請求項2または3または4記載の小型ズームレンズにおいて、第3群G IIIを「屈折力の強い面を物体側にした両凸レンズ」とすることができる（請求項5）。即ち、ズームレンズの構成枚数を少なくするには、固定群である第3群G IIIのレンズ枚数も成るべく少ないことが望ましく、請求項5記載の発明のように、第3群を単一のレンズで構成することにより、第3群の付加が小型化に対する妨げとならないようにできる。その場合、第3群G IIIのレンズ形態を「両凸レンズ」とすることにより、第3群に必要とされる強い正の屈折力を両面に分配でき、屈折力の強い凸面を物体側に向けることにより、テレセントリック性を高める

5

ことができる。

【0022】また、上記請求項2または3または4または5において、第1群G Iの、物体側から2枚目の「像面に強い屈折面を向けた負レンズ」は、これを、負メニスカスレンズもしくは両凹レンズとすることができる（請求項6）。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、具体的な実施の形態を説明する。図1に示すのは、請求項2、5記載の小型ズームレンズの実施の1形態であり、第1群G Iは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、像面に強い屈折面を向けた負レンズ、両凸レンズを配してなり、第2群G IIは、物体側から像側へ向かって順に、両凸レンズ、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、両凸レンズを配して成り、第3群G IIIは、屈折力の強い面を物体側にした両凸レンズである。

【0024】

【実施例】以下、図1に示す実施の形態に関する具体的な実施例を3例挙げる。物体側から数えて、第*i*番目の面（絞りSの面および固体撮像素子のカバーガラスの面を含む）を r_i （ $i=1\sim 19$ ）、物体側から数えて第

$f=4.6\sim 14.0\text{mm}$ 、 $F/\text{No.}=2.5\sim 4.4$ 、 $\omega=36.3\sim 12.8$ 度、 $Y'=3.15$

i	r_i	d_i	j	n_j	v_j
1	13.169	2.50	1	1.74400	44.90
2	5.718	2.09			
3	379.395	0.80	2	1.69680	55.46
4	8.086	2.02			
5	19.723	1.32	3	1.80518	25.46
6	-158.315	可変			
7	∞ (絞り)	0.50			
8	13.065	1.21	4	1.69350	53.20
9	-37.766	0.10			
10	5.310	1.17	5	1.69680	55.46
11	6.626	0.65			
12	21.207	1.91	6	1.84666	23.78
13	5.232	0.58			
14	11.603	1.47	7	1.48749	70.44
15	-11.189	可変			
16	14.064	1.33	8	1.48749	70.44
17	-51.027	1.00			
18	∞	3.10	9	1.51680	64.20
19	∞				

【0027】

非球面

第5面：

$K=4.03478$ 、 $A=2.74354E-4$ 、

$B=-1.06833E-5$ 、 $C=8.56489E-7$ 、

$D=-2.05438E-8$

6

i 番目の面と第 $i+1$ 番目の面の光軸上の面間隔を d_i （ $i=1\sim 18$ ）、物体側から数えて j 番目のレンズもしくはカバーガラスの屈折率およびアッペ数を、それぞれ n_j および v_j （ $j=1\sim 9$ ）とする。また、 f は「全系の焦点距離」、 ω は「半画角」 $F/\text{No.}$ は「明るさ」、 Y' は「像高」、 f_i （ $i=1\sim 3$ ）は「第*i*群の焦点距離」、 f_r は「望遠端における全系の合成焦点距離」、 $m(2T)$ は「望遠端における第2群の結像倍率」である。

【0025】実施例1～3とも、第5面（ $i=5$ ）及び第8面（ $i=8$ ）に「非球面」を採用している（請求項3、4）。非球面は周知の如く、光軸方向にZ軸、光軸直交方向にY軸を取るとき、周知の非球面式：

$$Z = (Y^2/r) / [1 + \sqrt{1 - (1+K)(Y/r)^2}] + A \cdot Y^4 + B \cdot Y^6 + C \cdot Y^8 + D \cdot Y^{10} + \dots$$

で与えられる曲線を光軸の回りに回転して得られる曲面で、近軸曲率半径： r 、円錐定数： K 、高次の非球面係数： A 、 B 、 C 、 D を与えて形状を特定する。なお、高次の非球面係数の表記において「Eとそれに続く数字」は「10の巾乗」を表す。例えば「E-9」は 10^{-9} を意味し、この数値がその直前の数値に掛かるのである。

【0026】実施例1

7

第8面:

$K = -2.51053$, $A = -2.23827E-5$,
 $B = -1.60847E-6$, $C = 6.58013E-8$ 。

【0028】

可変量:

f	4.6	8.0	14.0
d ₆	14.85	6.46	1.60
d ₁₅	3.40	8.15	16.54

【0029】

条件式のパラメータの値:

 $|f_1|/f_7 = 0.79$, $f_2/f_3 = 0.49$, $|m(2T)| = 1.74$ 。

【0030】実施例2

$f = 4.6 \sim 14.0$ mm、 $F/No. = 2.4 \sim 4.3$ 、 $\omega = 36.3 \sim 12.8$ 度、 $Y' = 3.15$

i	r _i	d _i	j	n _j	v _j
1	13.221	1.86	1	1.69680	55.46
2	6.025	2.27			
3	-168.650	0.80	2	1.69680	55.46
4	8.485	1.92			
5	18.013	1.41	3	1.82027	29.70
6	-217.214	可変			
7	∞ (絞り)	0.50			
8	15.437	1.24	4	1.69350	53.20
9	-24.215	0.10			
10	5.435	1.31	5	1.65160	58.40
11	9.588	0.47			
12	21.919	2.07	6	1.84666	23.78
13	4.726	0.82			
14	32.830	1.18	7	1.56384	60.83
15	-13.147	可変			
16	13.629	1.41	8	1.48749	70.44
17	-27.945	1.00			
18	∞	3.10	9	1.51680	64.20
19	∞				

【0031】

非球面

第5面:

$K = 2.47732$, $A = 2.24428E-4$,
 $B = -7.92930E-6$, $C = 5.09709E-7$,
 $D = -1.02881E-8$

第8面:

$K = -2.78904$, $A = -3.17852E-5$,
 $B = -7.98743E-7$, $C = 4.41065E-8$ 。

【0032】

可変量:

f	4.6	8.0	14.0
d ₆	15.63	6.75	1.60
d ₁₅	2.91	7.40	15.34

【0033】

条件式のパラメータの値:

$$|f_1|/f_T=0.87, f_2/f_3=0.59, |m(2T)|=1.64。$$

【0034】実施例3

$$f=4.5\sim 15.0\text{mm}, F/N_o.=2.5\sim 4.8, \omega=36.9\sim 1$$

$$1.9\text{度}, Y'=3.15$$

i	r_i	d_i	j	n_j	v_j
1	12.748	0.94	1	1.69680	55.46
2	5.771	2.09			
3	-428.071	0.80	2	1.69680	55.46
4	8.093	1.90			
5	18.674	1.37	3	1.82027	29.70
6	-108.177	可変			
7	∞ (絞り)	0.50			
8	15.160	1.20	4	1.69350	53.20
9	-32.440	0.10			
10	6.007	1.31	5	1.65160	58.40
11	12.964	0.42			
12	23.503	2.54	6	1.84666	23.78
13	4.832	0.77			
14	26.130	1.18	7	1.56384	60.83
15	-14.405	可変			
16	13.996	1.39	8	1.48749	70.44
17	-30.891	1.00			
18	∞	3.10	9	1.51680	64.20
19	∞				

【0035】

非球面

第5面:

$$K=3.47729, A=2.57066E-4, \\ B=-1.01953E-5, C=7.96988E-7, \\ D=-1.86637E-8$$

第8面:

$$K=-2.23816, A=-1.44192E-5, \\ B=-1.87950E-6, C=1.09630E-7。$$

【0036】

可変量:

$$f \quad 4.6 \quad 8.0 \quad 15.0 \\ d_6 \quad 16.18 \quad 6.78 \quad 1.60 \\ d_{15} \quad 3.22 \quad 8.36 \quad 17.80。$$

【0037】

条件式のパラメータの値:

$$|f_1|/f_T=0.77, f_2/f_3=0.57, |m(2T)|=1.82。$$

【0038】図2～図4に順次、実施例1に関する収差図を示す。図2は広角端、図3は中間焦点距離、図4は望遠端に関するものである。図5～図7に順次、実施例2に関する収差図を示す。図5は広角端、図6は中間焦点距離、図7は望遠端に関するものである。図8～図10に順次、実施例3に関する収差図を示す。図8は広角端、図9は中間焦点距離、図10は望遠端に関するものである。

【0039】各収差図において、「SA」は球面収差、

「SC」は正弦条件、「Ast」は非点収差、「Dist」は歪曲収差を示す。収差図中の「dおよびg」は、収差がd線およびg線に関するものであることを示す。球面収差および正弦条件の図において実線が球面収差、破線が正弦条件である。また非点収差の図において実線はサジタル光線、破線はメリディオナル光線を示す。

【0040】各実施例とも、広角・中間・望遠の何れにおいても、収差は良好に補正され、性能良好であり、明るく、広画角である。

11

【0041】

【発明の効果】以上に説明したように、この発明によれば新規な小型ズームレンズを提供できる。この発明の小型ズームレンズは、上記の如く、射出瞳位置を像面から十分に離すことができるためテレセントリック性に優れ、カラー画像用の固体撮像素子における色分解用のフィルターによるケラレや、色ずれを有効に軽減できる。

【0042】また、開口絞りが移動群の移動を制限しないので、上記各実施例に見られるように3倍以上の変倍比が可能である。望遠端におけるレンズ全長は実施例1 10で42.4mm、実施例2で40.38mm、実施例3で42.02mmであり、コンパクトである。

【0043】また、各実施例に見られるように、明るく広画角で良好な性能を実現できる。この発明の小型ズームレンズはこのような効果を有するため、デジタルスチルカメラやビデオカメラの撮影用ズームレンズとして好適である。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の小型ズームレンズのレンズ構成と変

12

倍動作を説明するための図である。

【図2】実施例1に関する広角端の収差図である。

【図3】実施例1に関する中間焦点距離の収差図である。

【図4】実施例1に関する望遠端の収差図である。

【図5】実施例2に関する広角端の収差図である。

【図6】実施例2に関する中間焦点距離の収差図である。

【図7】実施例2に関する望遠端の収差図である。

【図8】実施例3に関する広角端の収差図である。

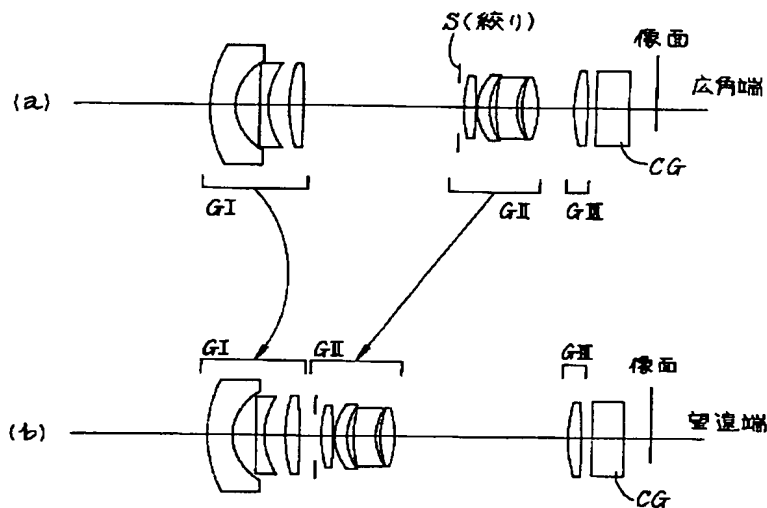
【図9】実施例3に関する中間焦点距離の収差図である。

【図10】実施例3に関する望遠端の収差図である。

【符号の説明】

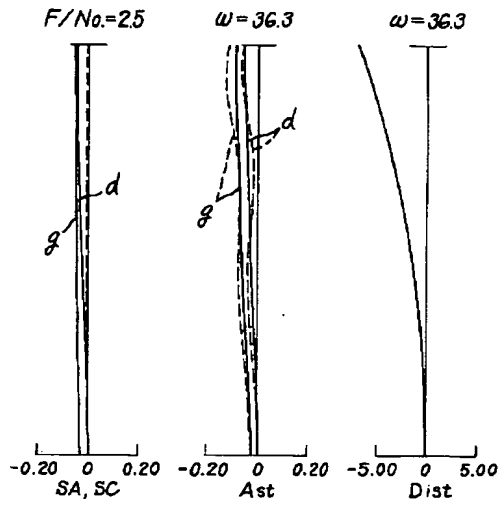
G I 第1群
G II 第2群
G III 第3群
S 開口絞り

【図1】



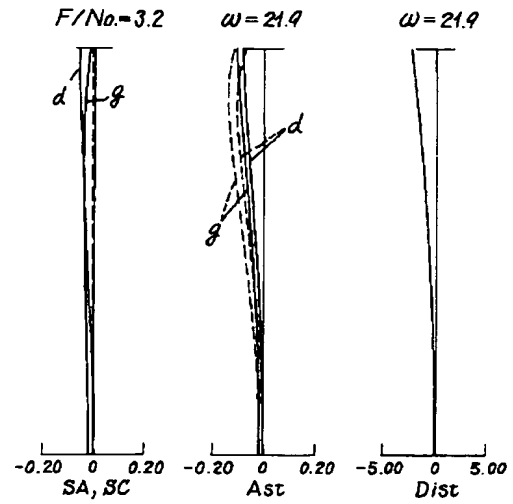
【図 2】

(実施例 1: 広角端)



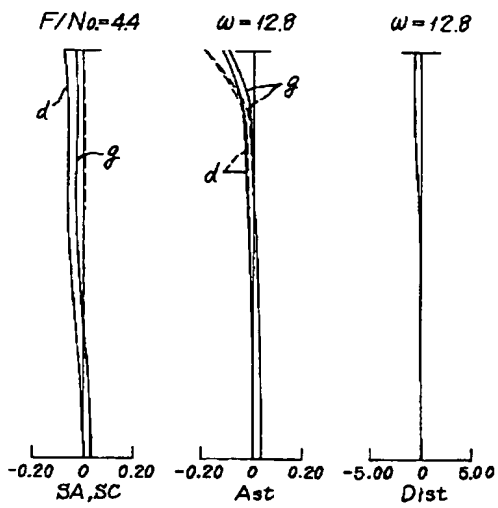
【図 3】

(実施例 1: 中間焦点距離)



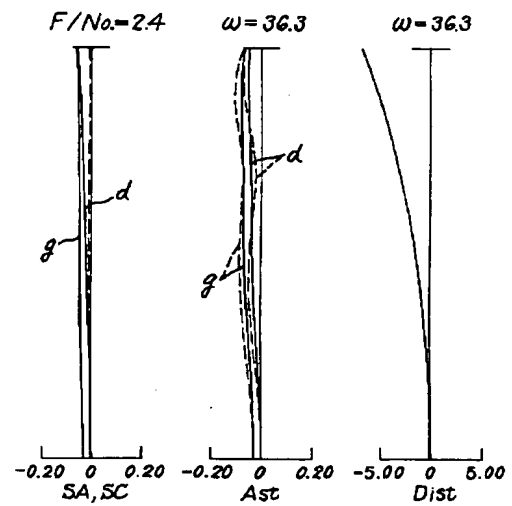
【図 4】

(実施例 1: 望遠端)



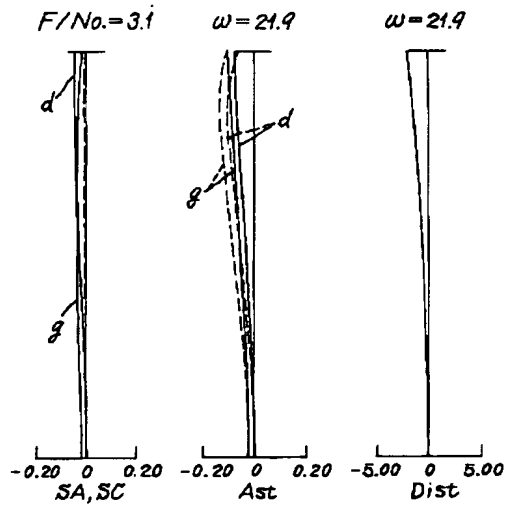
【図 5】

(実施例 2: 広角端)



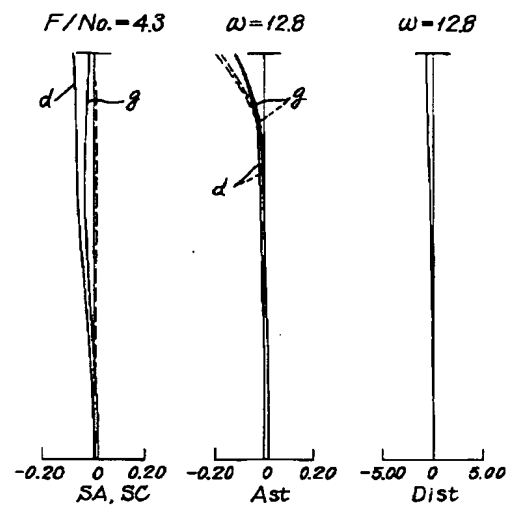
【図6】

(実施例2: 中間焦点距離)



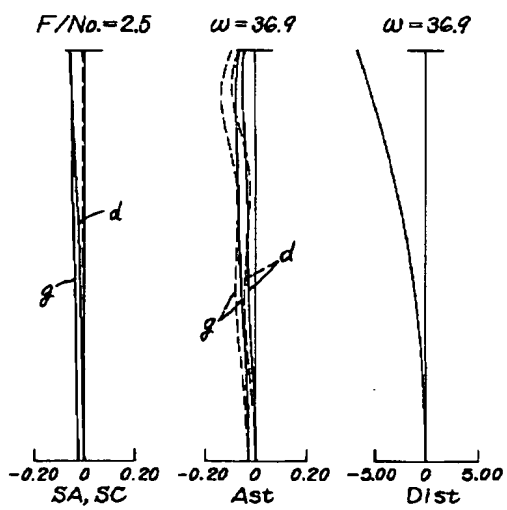
【図7】

(実施例2: 望遠端)



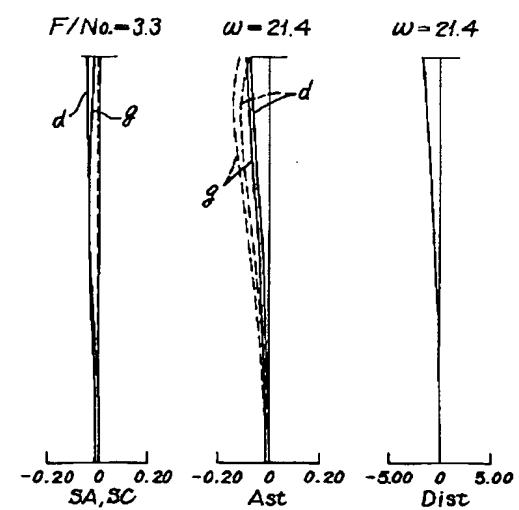
【図8】

(実施例3: 広角端)



【図9】

(実施例3: 中間焦点距離)



【図10】

(実施例3:望遠端)

